

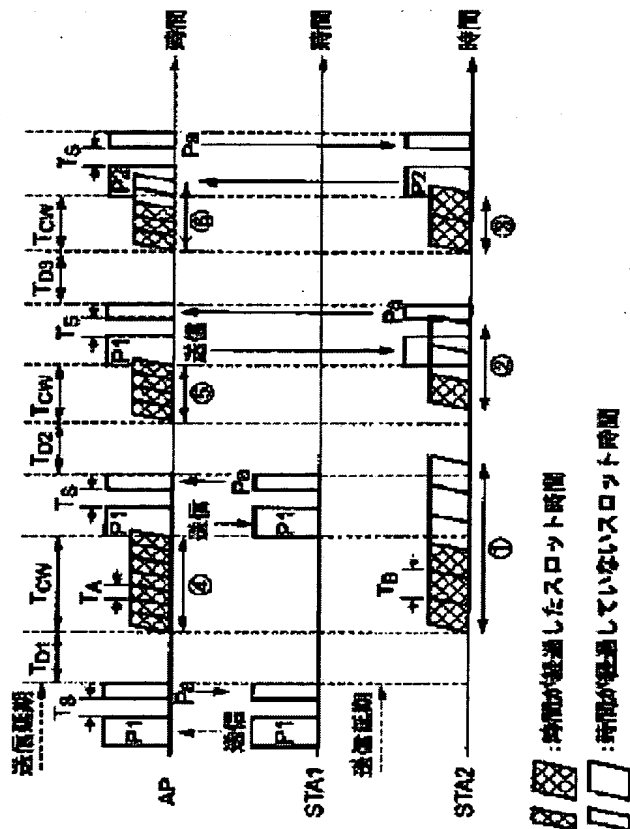
WIRELESS PACKET PRIORITY CONTROL METHOD

Patent number: JP2001237839
Publication date: 2001-08-31
Inventor: SAITO KAZUMASA; INOUE YASUHIKO; IIZUKA MASATAKA; MORIKURA MASAHIRO
Applicant: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE
Classification:
 - **International:** H04L12/28; H04L29/08
 - **European:**
Application number: JP20000043098 20000221
Priority number(s): JP20000043098 20000221

Report a data error here

Abstract of JP2001237839

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem of a conventional wireless packet priority control method adopting a method for deciding transmission priority with a random number in the case of setting a collision avoidance period has had a deteriorated frequency utilizing efficiency because a data packet with low priority has a wait time without fail even when a data packet with high priority is not in existence. **SOLUTION:** This invention provides a wireless packet priority control method that realizes priority control of a data packet of an 'excellent effort type' by adopting a method where a collision avoidance period T_{cw} consisting of a multiple of basic unit times (slot times) is obtained by multiplying the slot times selected sequentially shorter for data packets with high priority ranking information with a random number without changing a distribution range of the random number, or a method where some waiting slots are inserted to a set collision avoidance period, or a method where the distribution range of the random number is changed to insert a fixed wait slot to a head of the collision avoidance period so as to set the length of the collision avoidance and a carrier sense method in response to the priority of transmission data.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-237839

(P2001-237839A)

(43) 公開日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 12/28

29/08

識別記号

F I

H 0 4 L 11/00

13/00

テマコード* (参考)

3 1 0 B 5 K 0 3 3

3 0 7 C 5 K 0 3 4

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-43098(P2000-43098)

(22) 出願日 平成12年2月21日 (2000.2.21)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 齋藤 一賢

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社内

(72) 発明者 井上 保彦

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

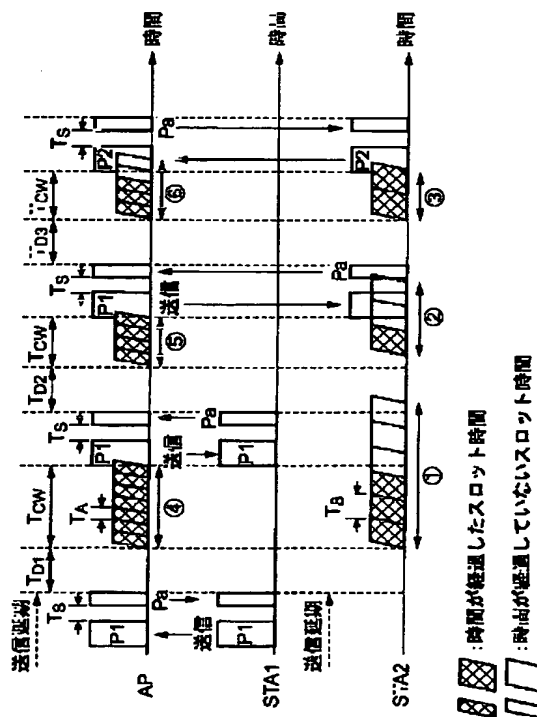
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線パケット優先制御方法

(57) 【要約】

【課題】従来の無線パケット優先制御方法において、衝突回避期間の設定時に乱数で送信の優先順位を決める方法は、優先順位の高いデータパケットが存在しなくとも低いデータパケットには必ず待ち時間があり周波数利用効率が低下する。

【解決手段】本発明は、基本単位時間（スロット時間）の倍数からなる衝突回避期間 T_{cw} を乱数の分布範囲を変えずにスロット時間を優先順位情報の高いデータパケットから順に短く設定し、乱数値との乗算により求める方法又は、設定された衝突回避期間に余分に待つ幾つかの待ちスロットを挿入する方法又は、乱数の分布範囲を変え、固定的な待ちスロットを衝突回避期間の先頭に入れる方法により、送信データの優先順位に応じて衝突回避期間の長さやキャリアセンス方法を設定することにより、「エクセレント・エフォート型」のデータパケットの優先制御を実現する無線パケット優先制御方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 有線ネットワークに接続される無線基地局と、該無線基地局と従属関係にあり、無線パケット通信を行う複数の無線局とで構成され、前記無線基地局及び前記多数の無線局は共通の無線チャネルを使用し、通信時に、互いに自立的に送信の可否を判断して、パケットの衝突を回避して無線パケットを送信するCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance) に基づく競合アクセス制御を行う無線パケット通信における無線パケット優先制御方法において、前記無線基地局及び前記無線局は、競合アクセス制御区間内で送信処理を行うべきベストエフォート型の中での優先順位の高低を示す優先順位情報を含むデータパケットを受信すると、該優先順位情報を取得すると共に記憶し、

前記競合アクセス制御によるデータ送信前に、基本単位時間（スロット時間）の倍数からなる衝突回避期間（Contention Window）の設定に当たり、前記記憶したデータパケットの優先順位情報が高いデータパケット程、前記スロット時間を短く設定することを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項2】 前記請求項1に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記記憶したデータパケットの優先順位情報の優先順位の高いデータパケット程、前記衝突回避期間を短く設定する場合に、

前記優先順位の高いデータパケットに対するスロット時間を優先順位の低いデータパケットに対するスロット時間よりも短く設定し、前記それぞれ乱数を用いて得られた乱数値を乗じた時間を衝突回避期間として設定することを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項3】 請求項1に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記記憶したデータパケットの優先順位情報の優先順位の高いデータパケット程、前記衝突回避期間を短く設定する場合に、

一番高い優先順位のデータパケットに対する衝突回避期間を予め定めるスロット時間に乱数を用いて得られた値を乗じた時間とし、

その他の優先順位のデータパケットに対しては、予め定めるスロット時間に乱数を用いて得られた乱数値を乗じた時間に、 N （ N ：整数）スロット時間毎に1スロット時間を加えた時間を衝突回避期間として設定し、

且つ、そのデータパケットの優先順位が高いほど、 N の値を大きくすることを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項4】 請求項1に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記記憶したデータパケットの優先順位情報の優先順位の高いデータパケット程、前記衝突回避期間を短く設定

する場合に、

乱数値を発生させる乱数の取り得る値の最小値と最大値が、優先順位の高いデータパケットに対するものほど小さく設定し、

データパケットに対する衝突回避期間を予め定めるスロット時間に前記乱数を用いて得られた値を乗じた時間とし、

且つ、一番高い優先順位以外のデータパケットの第1回目のバックオフ制御時の衝突回避時間から、一番高い優先順位のデータパケットが費やした衝突回避期間を引いた時間に、前記乱数の最小値に予め定めるスロット時間を乗じた時間を加えた時間を次のバックオフ制御時の衝突回避時間として設定し、

これをデータパケットを送信するまで繰り返すことを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項5】 請求項2に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記無線局から前記無線基地局へデータパケットを送信する場合、前記無線局は、前記競合アクセス制御によるデータ送信前に、送信するデータパケットの優先順位情報を前記無線基地局へ連絡パケットにより送信し、該連絡パケットを受信した無線基地局は、該データパケットの優先順位情報に基づいて、対応するスロット時間を前記無線局に連絡パケットで通知することを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項6】 請求項3に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記無線局から前記無線基地局へデータパケットを送信する場合、前記無線局は、前記競合アクセス制御によるデータ送信前に、送信するデータパケットの優先順位情報を前記無線基地局へ連絡パケットにより送信し、該連絡パケットを受信した無線基地局は、該データパケットの優先順位情報に基づいて、前記 N の値を前記無線局に連絡パケットで通知することを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【請求項7】 請求項4に記載の無線パケット優先制御方法であって、

前記無線局から前記無線基地局へデータパケットを送信する場合、前記無線局は、前記競合アクセス制御によるデータ送信前に、送信するデータパケットの優先順位情報を前記無線基地局へ連絡パケットにより送信し、該連絡パケットを受信した無線基地局は、該データパケットの優先順位情報に基づいて、前記乱数値の最小値と最大値を前記無線局に連絡パケットで通知することを特徴とする無線パケット優先制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線LANに係り、特にベストエフォート型の範囲内でのパケットを区別した優先制御を可能とする無線パケット優先制御方法

に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、無線アクセス方式としては、IEEE802委員会が規定されている無線LANシステムにおけるアクセス方式が代表的である。

【0003】この規定は、"IEEE802.11, Draft Standard for Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, P802.11D8.0, 1 May 1998" に詳細に記述されている。以下、この規定を「IEEE802.11規格」として称して説明する。

【0004】MACレイヤのアクセス方式については、「IEEE802.11規格」において記述されている。

【0005】ここで、競合アクセス制御については、無線基地局（AP）ならびに配下の複数のSTA（無線局）がパケットの衝突が生じないようにキャリアセンスしながらデータを送信するCSMA/CA（Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance）方式を用いたDCF（Distributed Coordination Function分散制御手順）が用いられている。

【0006】図5は、「IEEE802.11規格」に提示されているDCFにおける時間に対する通信動作を示している。この図において、横軸を時間の経過として、例えば、2つの無線パケット通信する無線局（以下、STAと称する）を示し、STA1のデータ送信が終了した後の動作を示している。

【0007】ここで、「IEEE802.11規格」において、IFS（Inter Frame Space）は、APおよびSTAが無線媒体の状態を知るためのキャリアセンスの時間であり、時間の短い順、つまりアクセスの優先権の高い順に、SIFS（Short IFS）、PIFS（PCF（Point Coordination Function）IFS）、DIFS（Distributed IFS）、EIFS（Extended IFS）との4種類が規定されている。尚、本発明に関連するのは、データパケット信号を送信する場合のキャリアセンス時間となるDIFSである。

【0008】ここで、時刻TでSTA1からAPへデータ送信を行い、AP及びSTA2が送信待機状態にあったと仮定する。

【0009】まず、STA1がデータP1をAPへ送信し、その受信に応答するACKパケット（Pa）をAPから受信した後、AP及びSTA2は、DIFS間（TD）経過するまで待機する。

【0010】そして、ランダムな時間となる衝突回避期間（Contention Window: Tcw）がAP及びSTA2のそれぞれに付与される。この衝突回避期間は、後述するように、基本単位時間と乱数との乗算により求められる。

【0011】この衝突回避期間の決定にあたり、APを含む全てのSTAの中での全体のルールとして、送信すべきデータパケットを持っているAP及びSTAは、

ある範囲の整数が一様分布する乱数を引く。そして得られた乱数値に衝突回避期間の基本単位時間（スロット時間）を掛けて、衝突回避期間Tcwとなる。

【0012】この期間経過後に、無線媒体がビジーにならなければ送信を開始する。図6においては、1スロット時間（1スロット数）を1コマで図示しており、この例では、APに4コマ×スロット時間の衝突回避期間が付与され、STA2には7コマ×スロット時間の衝突回避期間が付与される。以降で説明する本発明の図面においても同様である。与えられたAPの衝突回避期間TcwがSTA2に比べて短いために、APが優先的になり、この衝突回避期間（4スロット時間）経過後に、APからSTA1にデータを送信する。この時のSTA2の送信は延期される。

【0013】さらに、APへのACK（Pa）送信を終了し、さらにDIFS（TD）期間経過後、今度はSTA2のバックオフにおけるTcwが最も短くなるため、STA2がデータ送信可能になる。以上のようなシーケンスにより競合状態下において衝突が少ない、パケット送信を確実にを行っている。

【0014】前述したDIFS経過後の待ち時間となるランダムなバックオフは、同時に送信を行おうとするSTA間の衝突を確率的に低減させるための操作であり、このバックオフにおける待ち時間が衝突回避期間にあたる。

【0015】送信すべきデータを有している複数のSTAは、データ送信前に、それぞれ乱数によって得られた異なる衝突回避期間の待機をさせられることにより、同時に送信することを防ぐため、データパケットの衝突を防ぐことが可能となる。

【0016】図6は、別の従来方法を説明するための図である。

【0017】前述した従来技術では、データの重要性に関わりなく、ランダムに衝突回避期間Tcwを付与していたが、この従来例では、送信するデータパケットを持っているSTAが引く乱数が一様分布ではなく、送信すべきパケットの優先順位に応じてその範囲を変えることで、衝突回避期間Tcwの長さに優先順位付けを行い、データパケットの優先順位に応じた優先制御を行うものである。

【0018】この例では、APと2局の無線局（STA1、STA2）が同一の周波数を共用して通信を行い、STA1のパケット送信終了後、APが送信が優先されるパケットデータP1を、STA2がAPに比べて非優先されるデータパケットP2を有しており、これらの送信要求があるものを示している。このデータパケットP1には、スロット時間が0～5が割り当てられ、データパケットP2には、スロット時間が5（固定値）+0～5、即ち、5～10のスロット時間が割与えられる。この場合にはデータパケットP2は、優先順位がP1より

低いため、5スロット時間は必ず待ち時間となる。

【0019】STA1が自身のデータ送信に対するACKパケットを受信した後、AP、STA1及びSTA2は、共にDIFS(TD)間経過した後、バックオフに手順が移る。この際、バックオフの期間である衝突回避期間T_{cw}を決定するにあたり、STA及びAPのそれぞれが乱数を引くが、この乱数の分布する整数範囲は、送信すべきデータのパケットの優先順位に応じて重み付けがなされる。

【0020】具体的には、①では、データパケットP2がデータパケットP1より優先順位が低いいため、パケット送信待ち時間として、例えば5～10の間から”6”スロット時間が付与される。②では、前回のバックオフ制御での待ちスロット時間は”4”であり、これは必ず待ち時間としなければならないスロット時間の”5”より小さい。このため、今回のバックオフでの待ちスロット時間は再び”6”となる。③においては、前回のバックオフ制御での待ちスロット時間は”3”であり、これは必ず待ち時間としなければならないスロット時間の”5”より小さい。このため、今回のバックオフでの待ちスロット時間は再び”6”となる。④では、データパケットP1の送信から0～5の間から”4”を得ている。⑤では、データパケットP1の送信待ちスロット時間として0～5の間から値”3”を得ている。

【0021】このような図6の場合では、送信すべきデータの先頭にあるヘッダ情報等を参照して送信の優先順位を決定する。そして、APが優先順位の高いパケットを送信しようとしているため、乱数の分布範囲は0～5、STA2は優先順位の低いパケットを送信しようとしているため、乱数の分布範囲は5～10と設定される。このようにして、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしているSTA2は、最小限でも5スロット時間だけ毎バックオフ制御において必ず待たなければいけないため、APのデータパケットは、必ずSTA2に先だって送信されることになる。

【0022】以上、乱数の分布範囲をデータパケットの優先順位に応じて変えることにより、競合アクセス制御DCF期間内での優先制御が可能となる。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明の対象となる優先制御は、IEEE802委員会で規定されている優先クラスを用いる方式が代表的である。本規定は”IEEE P802.1D Annex H, Design Consideration for Traffic Class Expediting and Dynamic Multicast Filtering, P802.1D.2 5 May 1998”に詳細に記述されている。以下、この規定を「IEEE P802.1D規格」と称する。

【0024】ここで、「IEEE P802.1D 規格」における優先クラスは、最大遅延時間の保証、または帯域幅の保証といったサービス品質の「確実な保証」を求めるクラスと、保証は必要としないがベストエフォート型よりは

優先順位の高い「優先的なベストエート型」クラス(エクセレント・エフォート型)に大別される。本発明での優先制御は、ベストエフォート型の中での優先順位に従った制御を行う後者のタイプである。

【0025】ここで、「IEEE 802.11 規格」におけるDCFでは、固定長の基準時間であるスロット数に、発生させた乱数によって与えられた整数をかけることで、衝突のない競合アクセス制御を可能とするために必要な期間「Contention Window」を設定している。

【0026】ところで、優先順位をもつデータパケットに対し、その優先順位に従った優先制御を行うためには、データの送信間隔に意味を持たせた無線アクセス方式において、T_{cw}の設定に対して優先順位付けが必要となるが、CSMA/CAに基づく分散制御DCFでは「公平なアクセス機会」を与えることを主な目的としているために、この優先順位付けが行われていない。

【0027】つまり、バックオフの基準時間であるスロット時間を固定時間とすることで一様分布する整数より発生させた乱数のランダム性を生かして、衝突回避期間T_{cw}の長さを設定しているため、このままではパケットの優先順位に対する制御を行うことができない。

【0028】また、前述したような従来の提案されているDCFに基づく優先制御方法として、衝突回避期間T_{cw}設定の際に引く乱数に対して、その分布する整数範囲をデータパケットの優先順位に応じて変える方法がある。

【0029】ところが、この方法では優先順位の低いデータパケットは、優先順位の高いデータパケットが存在しない場合でも、DIFS終了後に優先順位の高いデータパケット用に用意されている範囲、例えば図6における衝突回避期間の5スロット時間は、必ず待たなければならない。これにより、不必要な待ち時間が存在することになり、周波数利用効率の低下を招くといった問題がある。

【0030】さらに、APの集中制御による非競合アクセス期間の設定においては、優先制御及び通信の品質保証が可能となるのに対し、分散協調制御による競合アクセス期間の提供を行うDCFでは、完全な優先制御を行っても通信品質の保証まで行うことは難しく、このためPCF及び、DCFの各制御方法の特長を生かし切れていないといった問題点がある。

【0031】そこで本発明は、衝突回避期間T_{cw}の設定がランダムな乱数に基づき行われていることにより、データの優先順位に従った優先制御ができないといった問題点を解決し、且つ従来提案されているDCF期間内での優先制御にはない、競合アクセス制御がもつ「アクセスの公平性」という特長をより反映させた無線パケット優先制御方法を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成

するために、有線ネットワークに接続される無線基地局と、該無線基地局と従属関係にあり、無線パケット通信を行う複数の無線局とで構成され、前記無線基地局及び前記多数の無線局は共通の無線チャネルを使用し、通信時に、互いに自立的に送信の可否を判断して、パケットの衝突を回避して無線パケットを送信するCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance) に基づく競合アクセス制御を行う無線パケット通信における無線パケット優先制御方法において、前記無線基地局及び前記無線局は、競合アクセス制御区間内で送信処理を行うべきベストエフォート型の中での優先順位の高低を示す優先順位情報を含むデータパケットを受信すると、該優先順位情報を取得すると共に記憶し、前記競合アクセス制御によるデータ送信前に、基本単位時間（スロット時間）の倍数からなる衝突回避期間（Contention Window）の設定に当たり、前記記憶したデータパケットの優先順位情報が高いデータパケット程、前記スロット時間を短く設定する無線パケット優先制御方法を提供する。

【0033】このような無線パケット優先制御方法により、スロット時間をデータの優先順位が高い方を短い時間に設定することにより、データパケットの優先順位が高い方に大きい乱数が与えられても、ランダムな衝突回避期間（Contention Window: Tcw）の長さは短くなる確率が高くなり、結果として優先順位が高いデータパケットが先に送信される。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。まず、図2に示すフローチャートを参照して、本発明による無線パケット優先制御方法の概念について説明する。本発明の通信は、有線ネットワークに接続される無線基地局（AP）と、このAPと従属関係にあり、無線パケット通信する無線局（STA）とで構成され、APおよび全てのSTAは、共通の無線チャネルを使用している。

【0035】この際、互いに自律的に送信の可否を判断しパケットの衝突を許容して無線パケットを送信する、といったCSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance) 方式に基づく競合アクセス制御と、APがポーリングを行うことによる非競合アクセス制御を行う期間とを一定周期で繰り返し、この期間および周期をAPが報知する制御情報によって指示することによって、無線パケット通信を行う。

【0036】まず、APは有線ネットワーク側から到着したデータの優先順位情報を含んだデータパケットを受信すると（ステップS1）、データパケットの優先順位を確認する（ステップS2）。ここで確認された優先順位に対応したキューにデータパケットを挿入する（ステップS3）。ここで、品質保証を求めるデータパケットであるか否かを判断し（ステップS4）、この判断で品

質保証を求めるデータパケットであれば（Yes）、品質保証型（帯域保証・遅延時間保証）であるものとし（ステップS5）、集中制御PCFにより無線端末STAへ送信する（ステップS6）。

【0037】一方、品質保証を求めるデータパケットでない場合には（No）、ベストエフォート型よりも優先的に送信すべきパケット（エクセレント・エフォート型）か否かを判断する（ステップS7）。

【0038】この判断で、ベストエフォート型よりも優先的に送信すべきパケットでなければ（No）、ベストエフォート型であるものと認識し（ステップS8）、従来と同様、ランダムな衝突回避期間（Contention Window: Tcw）がAP及びSTA2のそれぞれに付与される。この衝突回避期間は、ある範囲から引かれた乱数値と衝突回避期間における基本単位時間（スロット時間）を掛けて、衝突回避期間Tcwとする。

【0039】そして、DIFS（TD）期間の経過後に、無線周波数が未使用であるか否かを判断し（ステップS9）、無線周波数が未使用であれば（Yes）、付与された衝突回避期間がゼロになり次第（ステップS10）、送信を行う（ステップS11）。また、前記ステップS7の判断において、ベストエフォート型よりも優先的に送信すべきパケットであった場合には（Yes）、即ちエクセレント・エフォート型と認識する（ステップS12）。

【0040】このエクセレント・エフォート型においては、後述する実施形態で説明するようなTcwの長さを短く設定することで、後述するバックオフ制御期間での優先順位づけを行う方法により、ランダムな衝突回避時間が短くなる確率が高くなるように設定する（ステップS13）。

【0041】そして、DIFS（TD）期間の経過後に、無線周波数が未使用であるか否かを判断し（ステップS14）、無線周波数が未使用であれば（Yes）、付与された衝突回避期間がゼロになり次第（ステップS15）、送信を行う（ステップS16）。具体的には、APは有線ネットワーク側から到着したデータの許容転送遅延時間および必要最小限の帯域幅を示す優先順位情報を含んだデータパケットを受信すると、これらの優先順位をもつデータパケットを非競合アクセス制御期間であるPCF期間で目的端末へ送信し、それ以外の優先順位情報を含んだデータパケットを受信した場合、競合アクセス制御期間で目的端末へ送信する。ここで、APは競合アクセス制御区間内で送信処理を行うべきベストエフォート型内での優先順位の高低を示す優先順位情報を含むデータパケットを受信すると、前記優先順位情報を取得するとともに記憶する。

【0042】さらに、競合アクセス制御による、データを送信する前に無線回線が空いていれば乱数を引いて、その値だけを待機するといった衝突回避期間Tcwの設定

にあたり、優先順位の高いクラスから順にそのスロット時間の長さを短くすることで、優先順位の高いパケットが先に送信できる確率を高くする。

【0043】さらに、DCF制御の衝突回避期間 T_{cw} の設定に優先順位づけを行う第2の方法として、競合アクセス制御の衝突回避期間 T_{cw} 設定において、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしている端末は、バックオフ制御におけるスロット時間単位のキャリアセンスを行う際、本来、割り振られたスロット時間の他に、さらに数スロット毎にN回余分なスロット時間単位の待ち時間（待ちスロット）を挿入する。

【0044】これにより、優先順位の低いデータを送信しようとしている端末の衝突回避期間 T_{cw} がゼロとなる時間を遅め、その結果優先順位の高いパケットを先に送信できる確率を高くする。

【0045】またDCF制御の衝突回避期間 T_{cw} の設定にあたり、優先順位づけをおこなう方法として、競合アクセス制御による衝突回避期間設定の際に各STAが引く乱数の発生範囲を、データパケットの優先順位によりお互い範囲の重複する部分を残して決定し、それぞれの整数範囲から割り振る乱数を決定する。

【0046】さらに、その引いた乱数に優先順位に関わらず一定の値をもつスロット時間を掛け合わせることで衝突回避期間とする。そして、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしている端末は、引いた乱数の分布範囲中の最小値にスロット時間を掛けた値の時間を毎バックオフ制御において必ず待ち、衝突回避期間中に他のSTAがデータを送信することにより自端末からのデータ送信を中断し、次の競合アクセス制御期間の衝突回避期間を、毎バックオフ制御において必ず待たなければいけない時間を超えて待った場合、その超えて待った数のスロット時間の分だけ減らしていくことにより、優先順位の高いパケットを先に送信できる確率を高くする。

【0047】また、STAからAPへの上り方向のデータパケット送信要求がある場合には、優先データパケットの送信に先立ち、STAは送信するパケットの優先順位をAPへ連絡パケットとして送信する。そしてその連絡パケットを受け取ったAPは、該STAに対して許可する衝突回避期間の基本時間単位時間の長さを決定し、その基本単位時間を折り返しSTAに対して連結パケットを送信する。

【0048】また、STAからAPへの上り方向のデータパケット送信要求がある場合には、優先データパケットの送信に先立ち、STAは送信するパケットの優先順位をAPへ連絡パケットとして送信する。そして該連絡パケットを受け取ったAPは、該STAに対してパケットの優先順位に対応して許可する T_{cw} における待ちスロット時間の挿入間隔を、あるいは乱数の発生範囲を決定し、 T_{cw} の設定情報を折り返し、STAに対して連絡パ

ケットで送信する。

【0049】以上のように、送信されてくるデータの種別に応じて衝突回避期間 T_{cw} におけるスロット時間の長さおよび乱数が分布する整数範囲を設定することにより、「ベストエフォート型」のデータパケットに対して、「エクセレント・エフォート型」のデータパケットの優先制御を実現できる。

【0050】図1により、本発明による無線パケット優先制御方法の第1の実施形態について説明する。

【0051】この第1の実施形態は、APとSTA間の無線媒体におけるDCFを基本とするアクセス制御方式であり、バックオフ制御における T_{cw} の長さをデータの優先順位に応じて、予めAPやSTAの1スロットの単位時間に差を付けて設定することで、ベストエフォート型の範囲内での優先制御を、競合アクセス制御の公平性重視の特長を生かして行う方式である。

【0052】前述した図2のフローチャートのステップS7において、エクセレント・エフォート型と認識された場合に、 T_{cw} の優先順位付けを行う。ここでは、乱数の分布範囲を変えずに基本単位時間に差を付けてスロット時間を変える。

【0053】図1に示すように、優先順位の高いパケット送信（例えば、AP側）には短い期間のスロット時間TAを付与し、優先順位が低いパケット送信（例えば、STA側）には、長い期間のスロット時間（ $TB \times n$ ； $n=0 \sim 10$ ）を付与することで優先順位をつけ、優先順位の高いパケットを送信しようとしている端末の衝突回避期間を短くして、先に送信できる確率を高くするものである。

【0054】なお、優先順位の低いデータパケットに対して優先順位の高いデータパケットをどの程度の優先性をもって送信するかといった重み付けの方法をスロット時間の幅で行うため、両スロット時間の関係は、整数倍である必要はない。よって優先順位に応じた送信確率の優先性の設定を自由度をもって行うことができる。

【0055】第1の実施形態における優先制御を行った場合の動作例について説明する。図1は、横軸に時間軸を取り縦軸に各端末における通信の動作を示し、STA1からAPへのデータパケット送信およびACK受信が終了し、優先順位を含んだパケットが有線ネットワーク側からAPに到着し、さらにSTA2に送信待ちの優先順位の低いデータパケットが存在している際の制御に関する例である。

【0056】この実施形態で特徴となる、優先順位が高いとされるAPに対する1スロット時間をTAとし、優先順位が低いとされるSTA2側に対する1スロット時間をTBとする。

【0057】まず、STA1がAPへの送信に対する確認であるACKパケットを受け取った後、送信待ちのパケットがあるAP及びSTA2は、予め定めた期間DI

FS (TD) のキャリアセンスに入る。

【0058】このDIFS期間 (TD) は、無線媒体が無通信状態であることを確認した後、APとSTA2は、それぞれデータパケット送信の衝突回避のために用いるバックオフ制御に入る。この際、APが送信しようとしているデータパケットの優先順位が高いものとする、APに与えられるスロット時間の長さTAと、STA2に与えられるスロット時間の長さTBの関係は、 $TA < TB$ … (1)

($TB = k \times TA$ k: 優先順位の異なるデータパケット送信の優先性の割合) となる。なお、図1に示す例では、 $k = 1.5$ … (2) としている。この関係上で、等しい整数範囲 (図1における例では、0~10としている) を持つ一様分布の中から乱数を引き、引いた乱数値にそれぞれのスロット時間をかける。

【0059】図1に示す例では、④APには“7”、①STA2には“6”が割り振られる。しかし、APとSTA2のパケット優先順位の比率が前述した(2)式より1.5倍であるため、APの衝突回避期間は7スロット時間であり、STA2の衝突回避期間は6スロット時間であるが時間長からみた両者のTcwの関係は、 $7 \times TA < 6 \times TB = 6 \times 1.5 \times TA$ … (3)

となる。これにより、優先順位の高いAPがSTA2より先にデータ送信 (P1) を行う。その通信後、APが自身の送信に対するACK (Pa) をSTA1から受け取った後、さらにDIFS期間 (TD) のキャリアセンスを実施する。

【0060】ここで、無通信状態であったならば、再び送信待ちのパケットが存在しているAPとSTA2がバックオフ制御に入る。この時、②STA2の衝突回避期間は、6スロット時間から経過した3スロット時間を差し引いた3スロット時間となる。また、APのデータパケットの優先順位が高いことから、スロット時間の長さがTAとされ、新たに乱数を引き、例えば、“4”が割りふられ、衝突回避期間が4スロット時間になったものとする。この結果、⑤AP、②STA2両者のTcwの関係は、(1)、(2)式より、 $4 \times TA < 3 \times TB = 3 \times 1.5 \times TA$ … (4)

という関係となり、再度、APの衝突回避期間がSTA2より短くなり、APが先にデータ送信 (P1) を行う。

【0061】そして、DIFS期間 (TD) のキャリアセンスを実施した後、次のバックオフ制御において、⑥APには3度目の優先順位の高いパケットの送信要求が起りスロット時間長がTAとなる。このバックオフ制御におけるAPが引いた乱数が「5」であれば、APとSTA2のTcwの関係は、(1)、(2)式より $5 \times TA > 2 \times TB = 2 \times 1.5 \times TA$ … (5) となり、STA2の衝突回避期間がAPよりも短くなり、データパケットP2の送信が可能となる。

【0062】以上のように本実施形態による優先制御方法は、データパケットの優先順位が高い方から、衝突回避期間におけるスロット時間が短く設定されるため、データパケットの優先順位が高い方に大きい乱数が与えられても、ランダムな衝突回避期間 (Contention Window: Tcw) が短くなる確率が高くなり、結果として優先順位が高いデータパケットを先に送信することができ、これにより、競合アクセス制御の特長を失わないまま優先制御を行うことが可能となる。

【0063】次に図3により、本発明による無線パケット優先制御方法の第2の実施形態について説明する。

【0064】前述した第1の実施形態では、乱数の分布範囲を変えずに1スロット時間を変えて、衝突回避期間Tcwを変化させて、パケットに優先順位付けを行う方法であったが、本実施形態では、乱数の分布範囲及び1スロット時間を変えずに、付与された衝突回避期間Tcwの消化方法を変えるものである。

【0065】本実施形態は、衝突回避期間Tcw設定において、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしている端末は、バックオフ制御において、無線媒体が使用されていないことを確認していく際に、本来割り振られたスロット時間に加え、数スロット時間毎に1回余分に待機する待ちスロット時間を挿入する制御方法である。この結果として、優先順位の高いデータパケットを先に送信できる確率を高くする。

【0066】従って、乱数を引き段階では、優先順位の高低に関わらずランダムに衝突回避期間Tcwが設定されるが、優先順位が高いパケットを送信しようとしている端末は、衝突回避期間Tcwの消化速度が優先順位の低いものに比べて早くなるため、送信までの待ち時間が少なくなり、その結果優先順位の高いパケットを送信しようとしている端末が先に送信できる確率が高くなる。

【0067】この方法では、優先順位の異なるデータパケット送信確率の優先性の設定をバックオフ制御における衝突回避期間の消化の方法で行い、スロット時間の幅、および乱数の発生範囲を変えることなく行えること、また高優先順位パケット不在時の低優先順位パケット送信のときに生じる余分な必須待ち時間を一定範囲の間にまとめて取るのではなく、数スロット時間にN回とすることで、その影響を少なくできることが特長である。

【0068】図3は、横軸に時間軸を取り縦軸に各端末における通信の動作を示している。まず、STA1からAPへデータパケットを送信し、その送信に対するACK (Pa) の受信が終了する。そして、優先順位を含んだパケットが有線ネットワーク側からAPに到着し、さらにSTA2に送信すべき優先順位の低いデータパケットが存在している状態である。

【0069】まず、STA1からAPへの一連のデータ送信手順が終了し、DIFS (TD) の経過後、APと

STA 2がそれぞれバックオフ制御に入るまでは前述した図1と同様に動作する。

【0070】そして、優先順位の高いデータを送信しようとしているAP及び優先順位の低いデータを送信しようとしているSTA 2は、共に整数0～10までの乱数から1つの値が付与される。

【0071】例えば、1つの基準スロット時間は、優先順位によらず同一の時間からなり、また図3の場合、⑥APが乱数“3”による3スロット時間、①STA 2が乱数“7”による7スロット時間であるものとする。この時、STA 2に付与された7スロット時間においては、さらに2スロット時間おきに1回待ちスロット時間が1つはいるように設定される。従って実際には、衝突回避期間 T_{cw} は、11スロット時間と同等な時間となる。

【0072】そして、AP及びSTA 2は、バックオフ制御期間中、両者ともに衝突回避期間 T_{cw} を減らしていくが、APおよびSTA 2両者に存在するデータパケットの優先順位の比率を1.5と設定しているため、優先

$$(6 \times \text{スロット時間} / 1.5) < (5 \times \text{スロット時間}) \cdots (6)$$

となり、2回目のバックオフ制御においてもAPの衝突回避期間の方が短くなり、先んじて送信することとなる。

【0075】そして、APが2つ目のデータパケットを送信した時、STA 2の5スロット時間は、APで6スロット時間が消化されるため、STA 2では、4スロット時間が消化され、③1スロット時間（実際には、1回の待ちスロット時間が入っているため、2スロット時間に相当する）が残る。

$$(3 \times \text{スロット時間} / 1.5) > (1 \times \text{スロット時間}) \cdots (7)$$

となり、この3回目でもようやくSTA 2のデータパケットが送信される。この送信において、2スロット時間が消化され、APの衝突回避期間は1スロット時間となる。

【0078】さらに、4回目の送信において、STA 2に送信すべきデータパケットが発生した場合に、STA 2は、乱数範囲0～10の中から乱数を引き、乱数値“4”を得る。これにより、④STA 2の T_{cw} は、4スロット時間（実際は、2つの待ちスロット時間が入るため、6スロット時間に相当する）となる。

【0079】以上のような本実施形態によれば、データパケットの優先順位の低い方の衝突回避期間に待ちスロット時間が2スロットに対して、1回与えられているため、優先順位が高いデータパケットに比べて、優先順位の低いデータパケットは、同じ乱数値が与えられて見かけ上の T_{cw} としてのスロット時間が同じであっても、実際に消化される時間は1.5倍長くなり、結果として優先順位が高いデータパケットを先に送信する確率が高くなる。

【0080】次に図4により、本発明による無線パケッ

順位の高いデータパケットを有しているAPは、STA 2に比べ1.5倍早く衝突回避期間 T_{cw} の消化を行っていく。

【0073】このため、APがデータを送信して3スロット時間分を消化している時、STA 2では2スロット時間に1スロット時間付加されるため、実際には、乱数で設定された衝突回避時間のうち、2スロット時間分しか消化されず、残りの分は、次のバックオフ制御にまわり、②衝突回避期間 T_{cw} は5スロット時間分（実際には、3つの待ちスロット時間が入るため、8スロット時間に相当する）となる。

【0074】次に、APが1つ目のデータパケットを送信し、DIFS (TD) の経過後、APに優先順位の高いデータパケットが有線ネットワーク側から到着した場合に、APは、再度、乱数範囲0～10の中から1つの値を引き、“6”が与えられ、⑥次の衝突回避期間 T_{cw} は6スロット時間となる。1回目の送信が延期されたSTA 2の T_{cw} は、5スロット時間であり、これとAPの6スロット時間を比較した結果、

【0076】次に、DIFS (TD) の経過後、APにSTA よりも、さらに優先順位の高いデータパケットが有線ネットワーク側から到着した場合、APは、乱数範囲0～10の中から乱数を引き、乱数値“3”を得る。これにより、⑦APの T_{cw} は、3スロット時間となる。

【0077】ところで3回目の送信においては、優先順位の低いSTA 2の T_{cw} の値は、1スロット時間（実際には、1つの待ちスロット時間が入った2スロット時間である）であり、APとSTA 2との T_{cw} は

ト優先制御方法の第3の実施形態について説明する。

【0081】この実施形態は、前述した第1、第2の実施形態のようにスロット時間の変更や衝突回避期間の消化方法を変えずに、乱数の分布範囲に重み付けを行う方法であり、乱数の発生範囲を変えることでデータパケットの送信確率に優先性を持たせつつ、衝突回避して送信する。

【0082】この実施形態では、データの優先順位に応じて完全な乱数範囲の区分けをするのではなく、お互いの範囲が重なり合う部分を作ることにより、最初に引く乱数値からすでに優先順位の低いパケットを送信しようとしている端末に短い衝突回避期間が割り当てられる可能性がある。

【0083】その代わり、従来の方法では、送信を待機した分だけ、衝突回避期間 T_{cw} が短縮されていくのに対して、本実施形態では、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしている端末に対して、衝突回避期間は、いつでも乱数の分布範囲中の最小値にスロット時間を掛けた値以下にはならないように、固定的に2回目以降の衝突回避期間において、乱数値の最小値に相当する

スロット時間を加える方法とした。

【0084】具体的に、この乱数の範囲分布は、例えば図4に示すように、衝突回避期間 T_{cw} 設定において、優先順位の低いデータパケットを送信しようとする端末（例えば、STA2）は、3スロット時間を固定的時間とする場合、与えられる乱数の範囲を3～10とし、優先順位の高いデータパケットを送信しようとする端末（例えば、AP）は、与えられる乱数範囲を0～7と設定する。この設定により、優先順位の高いデータパケットを送信しようとしている端末が先に送信できる確率が高くなる。

【0085】この図4において、STA1がデータの送信を終了し、APに優先順位の高いデータパケット、STA2に優先順位の低いデータパケットが存在している状態までの動作は、前述した図1、図3と同様である。

【0086】本実施形態の優先制御を行う動作は、優先順位の高いデータパケットを送信しようとしているAPの乱数範囲を0～7と設定し、その中から乱数を引く。また、優先順位の低いデータパケットを送信しようとしているSTA2の乱数範囲が3～10までの整数とし、乱数を引く。このような設定により、STA2が最小の値を与えられても3スロット時間となり、実質的には、衝突回避期間の先頭側の3スロット時間が常に固定されているものと同じである。

【0087】このように、優先順位の低いデータパケット側では、必ず固定の一定の値をとることとなる。図4において、APに乱数範囲から“4”が与えられ、STA2には乱数範囲から“7”が与えられると、④APは、4スロット時間となり、①STA2は、7スロット時間となる。

【0088】そして、APが1つ目のデータを送信し再び、APに優先順位の高いデータパケットが有線ネットワーク側から到着した場合に、⑤APの衝突回避期間には、再度、乱数範囲0～7の中から乱数を引き、例えば、“3”が与えられる。

【0089】また、1回目の送信において延期されたSTA2は、衝突回避期間 T_{cw} において、4スロット時間だけ消化して、残り3スロット時間となる。しかし、この4スロット時間のうち、3スロット時間分は、バックオフ制御において、待たねばならない期間であるため、消化したスロット時間としてカウントされない。このため、前回のバックオフ制御での消化したスロット数は、1スロット時間分となり、残りの3スロット時間分は、必ず待たなければならない時間として持ち越される。

【0090】2回目の送信において、②STA2における衝突回避期間 T_{cw} は、1回目の送信時に消化されなかった3スロット時間に、必ず待たなければならない3スロット時間が加算された6スロット時間となる。また、APでは乱数範囲0～7の中から乱数を引き、例えば、“3”が与えられる。これにより、2つ目のデータ

パケットの送信においても、APの衝突回避期間 T_{cw} がSTA2における衝突回避期間 T_{cw} よりも短くなり、APの送信が優先的に行なわれる。

【0091】そして、2つ目のデータパケットを送信し、DIFS(TD)の経過後、再度APに優先順位の高いデータパケットが有線ネットワークから到着した場合、APは乱数範囲0～7の中から乱数を引き、“7”が与えられ、⑥APの衝突回避期間 T_{cw} は、7スロット時間となる。

【0092】また、②STA2の衝突回避期間 T_{cw} は、2回目のバックオフ制御において、3スロット時間が消化されており、3スロット時間が残り時間となるが、今回の③STA2の衝突回避期間 T_{cw} は、必ず待ち時間となる3スロット時間に前記残り時間となる3スロット時間を加えた6スロット時間となる。

【0093】従って、APの衝突回避期間 T_{cw} が7スロット時間でSTA2の衝突回避期間 T_{cw} が6スロット時間となるため、STA2の方が時間が短く、データが送信できる。

【0094】以上説明したように、この第3の実施形態の優先制御方法は、データパケットの優先順位の低いデータパケットを送信しようとする端末に付与される衝突回避期間 T_{cw} には、予め先頭側に必ず待ち時間となる待ちスロット時間を固定的に設けて、待ちスロット時間を除く前回で消化されなかったスロット時間を付け加えることにより、優先順位が高いデータパケットが先に送信される確率が高くなるようにする方法である。

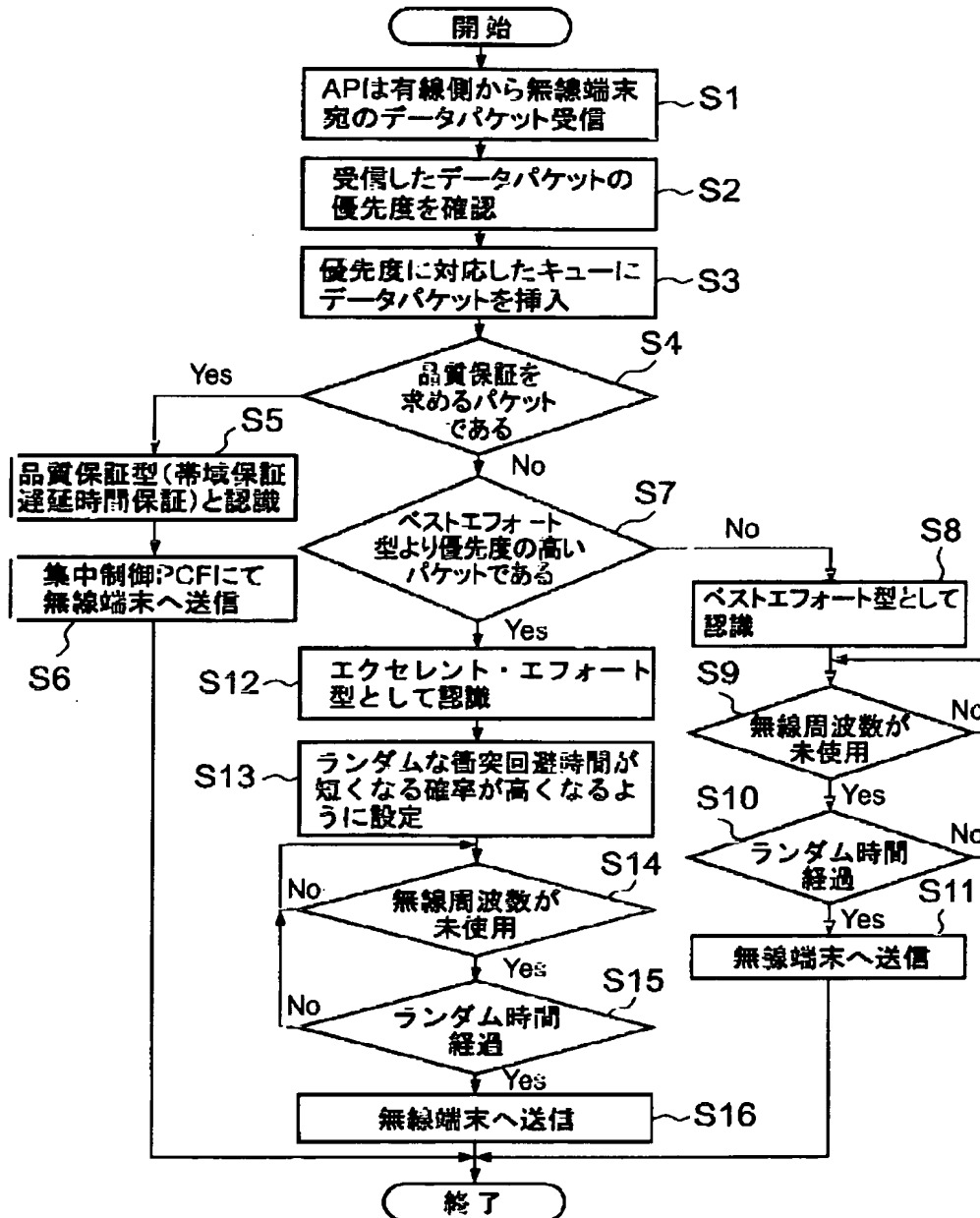
【0095】以上の説明では、第1乃至第3の実施形態では、主にAPからSTAへ優先順位の高いデータパケットが送信される場合について述べた。APからSTAへのデータの優先順位の設定については、APで一元的に管理できる。各STAで発生したデータの優先順位の設定は、次に示す手順で実施することで、システムとしての制御が可能となる。

【0096】まず、図1、図3、図4において説明した各優先制御方法を実施するために、全てのSTAはAPに対して、データパケットを送信する前に、そのデータパケットの優先順位を通知し、さらにAPからその優先順位でデータパケット送信を行うことに対する許可を得る必要がある。

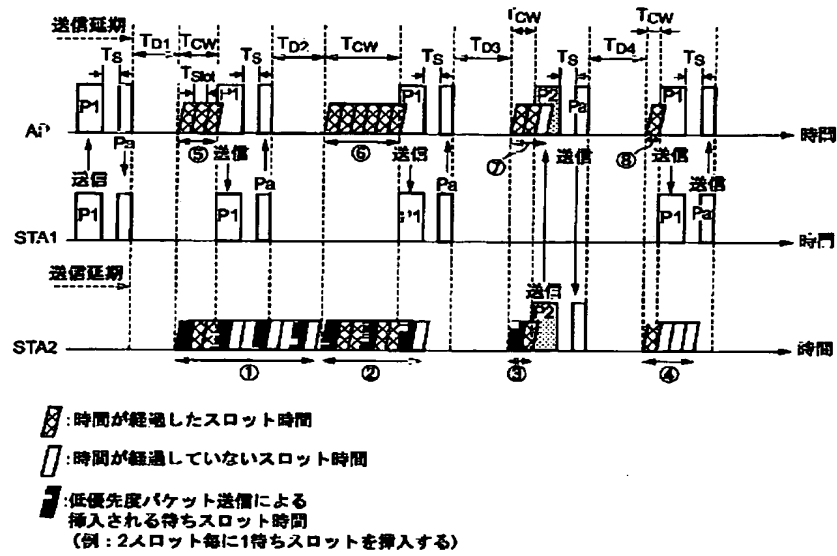
【0097】図1、図3、図4におけるSTA1及びSTA2は、データパケット送信に先立ち、そのデータパケット送信にあたり必要と考える優先順位情報を連絡パケットとしてAPに送信する。

【0098】まず、STA1及びSTA2から優先順位情報を含んだ連絡パケットを受け取ったAPは、全体のトラフィックやSTAから要求された優先順位レベル等を考慮して、STA1及びSTA2に許可する優先順位を決定し、これを各STAに対して折り返し連絡パケットとして送信する。

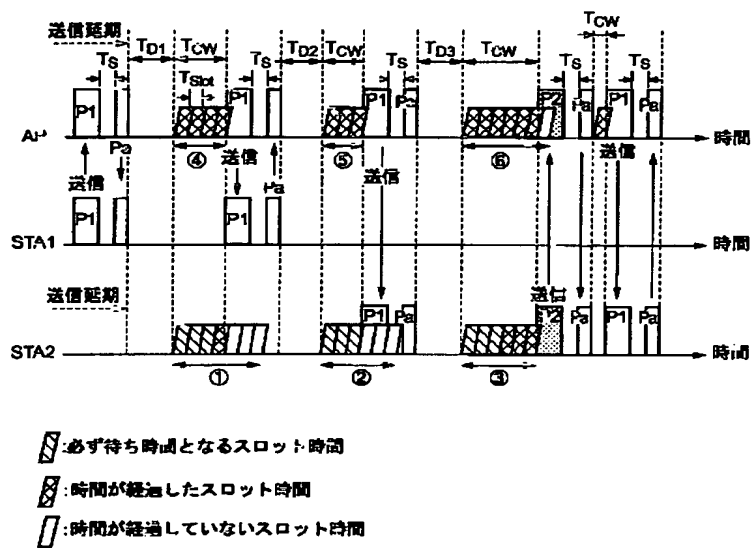
【図2】



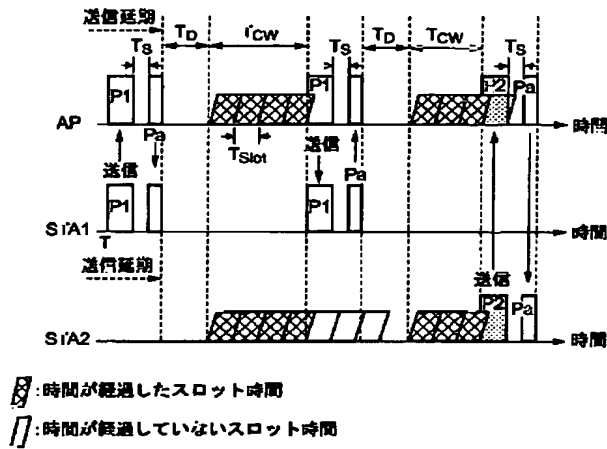
【図3】



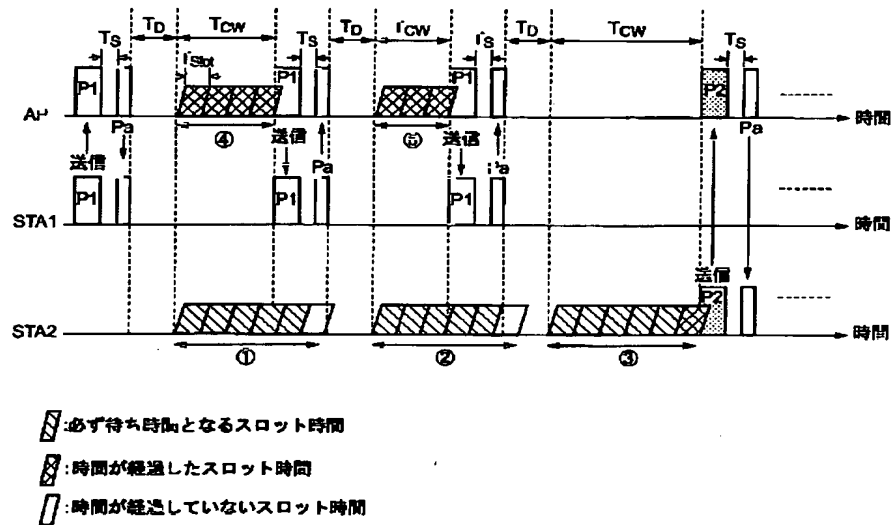
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 飯塚 正孝
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72)発明者 守倉 正博
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 5K033 CA08 CB17 CC01 DA17
5K034 DD03 EE03 JJ15